

Weiter rheinabwärts in Geldern, im Tal der Eem, liegt die Eemfauna mit allen den charakteristischen Arten, die wir oben (S. 347) aus dem Westbalticum kennen gelernt haben, über einem Geschiebemergel und unter den Schottern der »Niederterrasse«. Da wir aus der Tatsache der Terrassenkreuzungen soeben das Untertauchen der Mittelterrasse unter die Niederterrasse im Unterrheingebiet kennen gelernt haben, so kann aus der Überlagerung durch »Niederterrassenschotter« ein Beweis gegen das höhere Alter der typischen Eemfauna, das sich aus allen bisherigen Aufschlüssen ergeben hat und im Osten noch weiter ergeben wird, nicht abgeleitet werden.

(Fortsetzung folgt.)

## Die kimmerische (vorcretacische) Phase der saxonischen Faltung des deutschen Bodens.

Von Hans Stille (Leipzig.)

(Mit 1 Textfigur.)

In folgenden Schriften sind in den letzten 12 Jahren vorcretacische Gebirgsbildungen in Deutschland erörtert worden<sup>1)</sup>:

1. J. AHLBURG, Die Ergebnisse der neueren Tiefbohrungen im östlichen Holland. Glückauf, 44. Jahrg. 1908, S. 1205 ff.
2. R. BÄRTLING, Die Ausbildung und Verbreitung der unteren Kreide am Westrande des Münsterischen Beckens. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1908, Bd. 60, Monatsber. S. 43.
3. O. BURRE, Der Teutoburger Wald zwischen Bielefeld und Oerlinghausen. Jahrb. der pr. geol. Landesanst. f. 1911, Bd. XXXII, I, S. 306 ff.
4. K. FLEGEL, Aufschlüsse der neuen Bahnlinien Reinerz-Cudowa in der Kreideformation, im Rotliegenden und im Urgebirge. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. 1905, Bd. 57. S. 74.
5. F. FRECH, Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart 1912. S. 96—98.
6. O. GRUPE, Präoligocäne und jungmiocäne Dislokationen und tertiäre Transgressionen im Solling und seinem nördlichen Vorlande. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. f. 1908, Bd. XXIX, I, S. 612 ff. (spez. S. 639).
7. O. GRUPE, Über das Alter der Dislokationen des hannoversch-hessischen Berglandes und ihren Einfluß auf Talbildung und Basalteruptionen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1911, Bd. 63, S. 264 ff.
8. W. HAACK, Der Teutoburger Wald südlich von Osnabrück. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. f. 1908, Bd. XXIX, I, S. 458.
9. R. HERMANN, Die östliche Randverwerfung des Fränkischen Jura. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., Bd. 60, 1908, S. 1 ff.
10. E. HOEHNE, Stratigraphie und Tektonik der Asse und ihres östlichen Ausläufers, des Heeseberges bei Jerxheim. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. f. 1911, Bd. XXXII, II, S. 1.
11. A. v. KOENEN, Über das Verhalten und das Alter der Störungen in der Umgebung der Sackberge und des Leinetales bei Alfeld und Elze. Nachr. d. Kgl. Ges. d. Wissensch. Göttingen, Mathemat.-physikal. Klasse, 1907.

<sup>1)</sup> Berücksichtigt ist die bis Sommer 1912 erschienene Literatur. Der vorliegende Aufsatz ist schon im September 1912 verfaßt worden, wegen Übersiedelung des Verfs. von Hannover nach Leipzig aber bis zum Schlusse des Wintersemesters 1912/13 liegen geblieben.

12. A. KRAISS, Der Warburger Sattel, seine Baustörungen und die vulkanischen Durchbrüche. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. 1910, Bd. XXXI, II, S. 377 ff.
13. Th. LORENZ, Über den Gebirgsbau Mitteldeutschlands. Ber. d. Niederrhein. geol. Ver. 1907, S. 24.
14. A. MESTWERDT, Über Störungen am Falkenhagener Liasgraben. v. KOENEN-Festschrift 1907, S. 221 ff.
15. A. MESTWERDT, Zur Lagerung des Wealden am Osning. 2. Jahresber. d. Niedersächs. geol. Ver. 1909, S. 49 ff.
16. C. MORDZIOI, Einige Bemerkungen zum Alter der deutschen Mittelgebirge. Ber. d. 43. Vers. d. Oberrhein. geol. Ver. 1910, S. 14 ff.
17. G. MÜLLER, Erläuterung zu Bl. Lüneburg, Lief. 108. d. geol. Spezialkarte von Preußen. 1904.
18. W. PETRASCHECK, Über den Untergrund der Kreide und über präcretacische Schichtenverschiebungen in Nordböhmen. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt 1910, Bd. 60, 2. Heft, S. 179.
19. E. PHILIPPI, Über die präligocäne Landoberfläche in Thüringen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. f. 1910, Bd. 62, S. 305 ff.
20. J. F. POMPECKJ, Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Regensburg. Geogn. Jahreshefte XV, 1901.
21. Jos. ROBERT, Die Tektonik des Großherzogtums Luxemburg. Vereinsschrift d. Ges. Luxemburg. Naturfreunde 1911.
22. E. SCHOLZ, Geologische Verhältnisse des Süntel. 1. Jahresber. d. Nieders. geol. Ver. f. 1908, S. 78 ff. (spez. S. 108).
23. H. SCHRÖDER, Erläuterungen zu Bl. Harzburg, Lief. 100 d. geol. Spezialkarte von Preußen. S. 103, 104, 161.
24. H. SCHRÖDER, Übergreifende Lagerung der oberen Kreide über dem aufgerichteten oberen Muschelkalk bei Kloster Michaelstein. Geolog. u. Paläontol. der subhercynen Kreidemulde. Abhandl. d. pr. geol. Landesanst., N. F., Heft 56, S. 38.
25. H. SCUPIN, Über sudetische prätertiäre junge Krustenbewegungen und die Verteilung von Wasser und Land zur Kreidezeit in der Umgebung der Sudeten und des Erzgebirges. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 82, 1910, S. 321 ff.
26. H. STILLE, Zur Tektonik des südlichen Teutoburger Waldes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. f. 1901, Bd. 53, Sitzungsber. S. 6,
27. H. STILLE, Über präcretacische Schichtenverschiebungen im älteren Mesozoicum des Eggegebirges. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. f. 1902, Bd. XXIII, S. 296.
28. H. STILLE, Muschelkalkgerölle im Serpulit des nördlichen Teutoburger Waldes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 57, S. 168.
29. H. STILLE, Zur Kenntnis der Dislokationen, Schichtenabtragungen und Transgressionen im jüngsten Jura und der Kreide Westfalens. Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. f. 1905, Bd. XXVI, S. 103.
30. H. STILLE, Über Strandverschiebungen im hannoverschen oberen Jura. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. f. 1905, Bd. 57, Sitzungsber. S. 515.
31. H. STILLE, Blätter Driburg, Willebadessen und Peckelsheim (letzteres zusammen mit A. MESTWERDT) der geol. Spezialkarte von Preußen nebst Erläuterungen, 1908.
32. H. STILLE, Zonares Wandern der Gebirgsbildung. 2. Jahresber. d. Nieders. geol. Ver. f. 1909, S. 34.
33. H. STILLE, Das Alter der deutschen Mittelgebirge. Zentralbl. f. Min. etc. f. 1909, S. 270.
34. H. STILLE, Die mitteldeutsche Rahmenfaltung. 3. Jahresb. d. Nieders. geol. Ver. f. 1910, S. 141.
35. H. STILLE, Senkungs-, Sedimentations- und Faltungsräume. Congrès géol. intern., XI. Séance, Stockholm 1910.

36. H. STILLE, Die Faltung des deutschen Bodens und des Salzgebirges. Zeitschr. »Kali« 1911, 5. Jahrg.
37. H. STILLE, Der Untergrund der Lüneburger Heide und die Verteilung ihrer Salzvorkommen. 4. Jahresb. d. Nieders. geol. Ver. S. 225.
38. H. STREMMER, Über eine präneocome Schichtenverschiebung im nördlichen Harzvorlande. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. f. 1909, Bd. 61, Monatsber. S. 308.
39. A. TORNQUIST, Die Tektonik des tieferen Untergrundes Norddeutschlands. Sitzungsber. d. pr. Ak. d. Wissensch., Math.-phys. Kl., 1911, S. 822 ff.
40. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, W. A. J. M., Jaarverslag d. Rijksopsporing van Delfstoffen over 1910. Amsterdam 1911.
41. W. WUNSTORF, Der tiefere Untergrund im nördlichen Teile der niederrheinischen Bucht. Verhandl. d. Nat. V. v. Rheinl. u. Westf., Bd. 66, 1909, S. 343 ff.
42. W. WUNSTORF und G. FLIEGEL, Die Geologie des niederrh. Tieflandes. Abhandl. d. pr. geol. Landesanst. N. F. Heft 67.

---

### Inhalt:

- 1) Vorbemerkungen.
- 2) Zeitlichkeit der »vorcretacischen« Faltung in Mittel- und Nordwestdeutschland und Nachphasen dieser Faltung.
- 3) Beispiele kimmerischer Gebirgsbildungen.
  - a) Kimmerische Gebirgsbildungen im Liegenden von Serpultit und unterer Kreide.
  - b) Kimmerische Gebirgsbildungen im Liegenden des Cenomans.
- 4) Bedeutung der kimmerischen Gebirgsbildung für die Tektonik der deutschen Mittelgebirge.
  - a) Die kimmerische Gebirgsbildung als Hauptphase der saxonischen Faltung.
  - b) Kimmerische und intracretacische Faltung.
  - c) Gebirgsbildungen im Liegenden tertiärer Schichten.

## 1. Vorbemerkungen.

Noch vor 10—12 Jahren galt als feststehend, daß während der mesozoischen Zeit tektonische Bewegungen im Boden Deutschlands nicht eingetreten seien, vielmehr die gesamte nachvariscische Gebirgsbildung sich in der Tertiärzeit, hauptsächlich im Jungtertiär, ereignet habe. Auch heute noch werden hier und da derartige Auffassungen in der Literatur geäußert. Dem sind zwei Erfahrungen gegenüberzustellen, zu denen die Forschungen des letzten Jahrzehntes geführt haben (33), nämlich:

1. Die postvariscische, — »saxonische«<sup>1)</sup>, — Faltung ist im deutschen Boden in mehreren Phasen verlaufen, von denen mindestens zwei in die mesozoische Zeit fallen.

---

<sup>1)</sup> Es erschien zweckmäßig, für die mesozoisch-känozoische Faltung der deutschen Mittelgebirge eine einheitliche Bezeichnung einzuführen. Die Bezeichnung »hercynisch« erschien nicht ganz geeignet, denn erstens ist sie von L. v. BUCH für eine bestimmte Richtung gegeben worden, würde also, wenn man ihren Sinn nicht erweitert, die rheinisch gerichteten und von den hercynischen zeitlich nicht zu trennenden Falten und Dislokationen nicht umfassen, und zweitens besteht eine gewisse Verwirrung insofern, als »hercynisch« in der französischen usw.

2. In den jüngeren tektonischen Phasen haben sich die Bewegungsbilder der älteren Phasen erneuert (Posthumität der tektonischen Vorgänge).

Daß eine ausschließlich tertiäre oder gar jungtertiäre Gebirgsbildung so allgemeine Anerkennung gefunden hatte, erklärt sich zum Teil aus der Übertragung der in den Alpen gewonnenen, neuerdings auch etwas einzuschränkenden<sup>1)</sup> Erfahrungen über das Jugendliche der dortigen Gebirgsbildungen auf die deutschen Verhältnisse, und gewiß ist es zunächst überraschend, »daß wenigstens in seinen Grundzügen das heutige tektonische Bild des mittel- und nordwestdeutschen Untergrundes gegeben war, als die Alpen ihre Hauptauffaltung erfuhren« (33, S. 276). Zweitens hat aber die unzureichende Erkenntnis des »posthumer« in den jüngeren tektonischen Vorgängen die Feststellung älterer Gebirgsbildungen zurückgehalten (33, S. 274). Es war nicht oder nicht ausreichend erkannt worden, daß die Verwerfungen und Falten in den Schichten cretacischen und tertiären Alters oft nur schwache Nachklänge älterer tektonischer Vorgänge sind (6, 7, 19, 27, 31—33).

Auf eine vorcretacische Gebirgsbildung am südlichen Teutoburger Walde hatte v. DECHEN<sup>2)</sup> schon im Jahre 1856 hingewiesen, d. h. fast

Literatur vielfach gleichbedeutend mit »variscisch-armorikanisch« gebraucht wird. Der Name »hercynisch-rheinisch« wäre etwas umständlich, würde außerdem erstens die immerhin doch stark zurücktretende »rheinische« Richtung als einigermaßen gleichberechtigt neben der stark vorherrschenden »hercynischen« erscheinen lassen und schließlich die streckenweise zur Geltung kommende südwest-nordöstliche Richtung, die Wiederholung der variscischen, nicht einschließen. Unter diesen Umständen erschien eine neue Bezeichnung wünschenswert, die keine spezielle Richtung ausdrücken, sondern nur die ganze jüngere Gebirgsbildung im Gegensatz zu der variscischen umfassen sollte, und ich habe in diesem Sinne unter »saxonischer Faltung« die gesamte, in mehreren Phasen verlaufene mesozoisch-känozoische Faltung im Bereiche der deutschen Mittelgebirge verstanden, mag sie nun »hercynisch« oder »rheinisch« oder »erzgebirgisch« oder sonstwie gerichtet sein (34).

Das Wort »saxonisch« hatte A. TORNQVIST (Die Feststellung des Südwestrandes des Baltisch-russischen Schildes usw., Schriften d. phys.-ökon. Ges. Königsb. 1908, Heft 1) schon vor mir in der Bezeichnung »saxonische Scholle« für denjenigen Teil Norddeutschlands, der zwischen dem Baltisch-russischen Schilde und den deutschen Mittelgebirgen liegt, gebraucht, also für einen geographischen Bezirk, in dem zwar erhebliche Faltungserscheinungen vorliegen. Die Bezeichnung »saxonische Scholle« hat TORNQVIST 1911 (Sitz-Ber. d. pr. Ak. d. Wissensch. Phys.-math. Kl. 1911, S. 826) durch »saxonisches Faltungsfeld« ersetzt, in dem zwar in der Hauptsache die Faltung hercynisch geht. TORNQVIST ist aber ebenso wie ich von der Notwendigkeit, das gesamte Phänomen der mesozoisch-känozoischen Gebirgsbildung unabhängig von der wechselnden Richtung mit einer gemeinsamen Bezeichnung zu umfassen, überzeugt, und so hat auch er, wie er mir brieflich mitteilte, die von mir gegebene Definition für »saxonisch« vollständig zu der seinen gemacht.

<sup>1)</sup> Vgl. u. a. O. WILCKENS, Über mesozoische Faltungen in den tertiären Kettengebirgen Europas. Geol. Rundschau, Bd. II, S. 251 ff.

<sup>2)</sup> v. DECHEN, Der Teutoburger Wald. Ver. d. Nat. Ver. f. Rheinl. u. Westf., Jahrg. 13, 1856, S. 398.

50 Jahre früher, als am Teutoburger Walde einmal wieder davon die Rede war. Aber seine Angaben haben gegenüber der scheinbaren Wucht der Tatsachen, die aus anderen Teilen Mittel- und Norddeutschlands für eine ausschließlich tertiäre Gebirgsbildung beigebracht wurden, keine rechte Beachtung gefunden und sind schließlich in der Literatur über die Tektonik Deutschlands ganz in Vergessenheit geraten<sup>1)</sup>.

Die Bezeichnung »kimmerische« Faltung ist der Krim entlehnt (34). Die Halbinsel Krim und die Dobrudscha werden durch das »kimmerische Gebirge« MRAZECs durchzogen, »den Rest eines Faltenzuges von mesozoischem Alter, welcher Krim und Dobrudscha bildet, dem die Donaumündungen angehören, und dessen Spuren unter dem vortretenden karpathischen Bogen verschwinden« (SUESS, Antlitz der Erde, Bd. III, II. Teil, S. 729). Die Gebirgsbildung ist dort vorcretacisch, und zwar in zwei Phasen, einer älteren zwischen Trias und Lias und einer jüngeren zwischen Jura und Neocom, verlaufen.

Die Anwendung der Bezeichnung »kimmerisch« auf die vorcretacische Faltung des deutschen Bodens bringt die Gleichzeitigkeit der letzteren mit der vorcretacischen Faltung Südosteuropas, oder wenigstens mit der jüngeren Phase derselben, zum Ausdruck.

Das Verständnis der tektonischen Vorgänge im deutschen Boden setzt eine möglichst scharfe Unterscheidung der »orogenetischen« und »epirogenetischen« Vorgänge (35—37) voraus.

Die epirogenetischen Vorgänge schaffen, mehr oder weniger kontinuierlich fortgehend, sinkende Räume (Geosynklinalen, Sedimentationsbecken) zwischen aufsteigenden Bezirken (Festlandsschwellen, »Rahmen«). Der Boden der Sedimentationsräume (Geosynklinalen) befindet sich in den epirogenetischen Zeiten im großen und ganzen in Abwärtsbewegung, gemessen am Spiegel des jeweiligen Ozeans.

---

<sup>1)</sup> Dazu entstammen v. DECHENS Angaben einer Zeit, in der eine im heutigen Sinne kritische Betrachtung des Alters tektonischer Vorgänge nicht durchgeführt wurde und das tektonische Nebeneinander der Schichten häufig genug als An- oder Überlagerung gedeutet wurde. Z. B. spricht v. DECHEN in demselben Absatze, in dem er die aus der Überlagerung älterer Schichten durch die Kreide gezogenen Schlüsse mitteilt, auch vom Übergreifen des Lias auf Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper; und so ist es vielleicht zu verstehen, daß auch die Schlüsse, die aus der behaupteten Überlagerung älterer Schichten durch die Kreide gezogen wurden, nicht sonderlich bewertet worden sind. Daß schon D. BRAUNS (Unterer Jura, p. 162) wie TH. BRANDES (Neues Jahrb. Beil.-B. XXXIII, S. 455) meint, tektonische Vorgänge an der Wende der Jura-Kreidezeit erkannt hat, ist kaum zutreffend, jedenfalls nicht im mindesten klar ausgesprochen. BRAUNS spricht nur von »Wegschwemmungen« die am Ende der Juraperiode nachweisbar sind, und von einer Hebung weiterer Landstriche über das Meeresniveau zur Zeit der Wealdenbildungen, die bis ins Neocom anhält. Die Feststellung einer Festlandsperiode ist aber noch lange nicht die Feststellung von der Festlandsperiode vorangegangenen tektonischen Ereignissen, denn oft genug sind im Wechsel der Formationen Festländer entstanden, ohne daß eigentliche tektonische Phasen vorangingen (vgl. weiter unten).

Eine Ausnahme bilden die in manchen Geosynklinalen beobachteten »Mittelschwellen«, die eine ursprünglich einheitliche Geosynklinale in zwei Spezialsynklinalen zerlegen.

Die orogenetischen Vorgänge (Faltungen, Schollenverschiebungen an Verwerfungen) sind zeitlich eng umgrenzt (episodisch). Sie führen zu Aufwärtsbewegungen (Auffaltungen) des Bodens in den Geosynklinalen oder in weiten Teilen derselben, gemessen am Spiegel des jeweiligen Ozeans. Die »Rahmen« werden von den Faltungen weit weniger betroffen, wenn sie gewiß auch nicht ganz unberührt bleiben (34).

Die epirogenetischen Erscheinungen hält Verfasser für das Ergebnis eines mehr oder weniger kontinuierlichen, aber schwächeren tangentialen Druckes im Boden, die orogenetischen für das Ergebnis einer episodischen Steigerung dieses Druckes (35).

In vielen Fällen vermögen die episodischen orogenetischen Vorgänge nicht den Betrag der vorangegangenen epirogenetischen Absenkungen zu kompensieren, und so erscheinen die Sedimentationsräume oft genug auch noch nach den Faltungen als »gesunkene Räume«.

Die zwischen den »Rahmen« liegenden Bezirke sind also zunächst mehr oder weniger flache Mulden großer Spannweite; vielfach sind sie heute aber von Verwerfungen umgrenzt und erscheinen als tektonische Senkungsfelder. Diesen Charakter gewinnen sie in den orogenetischen Phasen; in diesen entstehende große Rißlinien des Bodens sind oft in alten Küstenlinien oder in Faciesgrenzen vorgezeichnet. Außer auf die grundlegenden Arbeiten E. HAUGS sei, um Beispiele aus dem deutschen Boden zu geben, verwiesen auf den Südwestrand des baltisch-russischen Schildes (39), auf den Nordrand der Rheinischen Masse (34), auf den Ostrand der Rheinischen Masse, der als Küstenlinie schon in der Zechsteinzeit erscheint<sup>1)</sup>, und auf den Westrand der Böhmisches Masse.

## 2. Zeitlichkeit der „vorcretacischen“ Faltung in Mittel- und Nordwestdeutschland und Nachphasen dieser Faltung.

Eine genaue Bestimmung des Zeitpunktes der kimmerischen Faltung ist im Teutoburger Walde möglich gewesen. Am südlichen Teutoburger Walde, am Eggegebirge, wo die vorcretacische Faltung ganz besondere Intensität zeigt, ist zwar nur festzustellen, daß sie nach Ablagerung des oberen Lias und vor Ablagerung des Hauterivien erfolgte (27, 31). Befriedigender ist das Ergebnis schon in der Gegend von Horn in Lippe, wo Brauner und Weißer Jura bis Kimmeridge einschließlich an der vorcretacischen Gebirgsbildung teilgenommen haben. Sodann sind aber

<sup>1)</sup> Vgl. die von F. BEYSCHLAG in Anlage I zu »Deutschlands Kalibergbau« gegebene Umrandung des deutschen Zechsteinbeckens. Mit besonderem Nachdrucke hat neuerdings HERMANN L. F. MEYER (Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. f. 1910, Teil I, S. 383 ff.) auf das annähernde Zusammenfallen des Randes des deutschen Zechsteinmeeres mit dem Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges hingewiesen.

am nördlichen Teutoburger Walde in den bald auf Braunem Jura, bald auf älteren Schichten des Weißen Jura übergreifend liegenden Serpulit der Gegend von Bielefeld feine und grobe Gerölle älterer Schichten, in großer Menge solche des Muschelkalks, nachgewiesen worden (28, 29), die unter der ganzen Sachlage nur von Süden, d. h. aus dem Gebiete der vorcretacischen Eggefaltung, zugeführt sein können. Daraus ergibt sich die genauere Zeitbestimmung dahin, daß die Heraushebung der alten Eggeketten im jüngsten Weißen Jura, u. zw. nach Ablagerung des Kimmeridge und vor, eventuell auch noch mit Ablagerung des Serpulis, erfolgt sein muß.

Flache Aufwölbungen des Untergrundes, die hinsichtlich des nachweisbaren Ausmaßes so unbedeutend sind, daß man wohl richtiger von Nachklängen der kimmerischen Faltung (37) nach deren Hauptphase, als von eigentlichen neuen Faltungsphasen spricht, sind südlich und südöstlich von Osnabrück zwischen Serpulit und Wealden (15) und zwischen Wealden und Neocom (8, 15) erkannt worden. Auf letztere Nachphase ist auch in der näheren Umgebung der Stadt Hannover am Benthers Sattel zu schließen. Immerhin sind auch diese Nachphasen episodische, der kimmerischen Hauptphase bald folgende Unterbrechungen der inzwischen wieder stattgehabten epirogenetischen Vorgänge.

Die postkimmerische Serie, die das kimmerisch gefaltete und wieder eingeebnete ältere Mesozoicum, stellenweise auch das Paläozoicum, bedeckt, beginnt bald mit Serpulit, bald mit Wealden, bald mit Neocom, und zwar namentlich Hauterivien, selten auch mit Albien. Über die Sedimente der Unteren Kreide greift dann ziemlich weit die cenomane Transgression hinaus und leitet dabei die Serie der postkimmerischen Sedimente ein.

Die kimmerische Faltung ist die älteste orogenetische Phase der saxonischen Gebirgsbildung, wenigstens in Mitteldeutschland und im hannoverschen Berglande. Die innere Konkordanz der Schichten vom Zechstein bis zum Weißen Jura beweist, daß während ihrer Ablagerungszeit irgendwie nennenswerte tektonische Ereignisse nicht eingetreten sind. Das Sedimentationsgebiet der postvariscischen Schichten hat sich nach der Zechsteinzeit zunächst erheblich erweitert, später wieder verengt, aber die Vorgänge, die beides bewirkt haben, sind nicht eigentlich tektonischer, sondern epirogenetischer Art, und an keiner Stelle ist bisher eine Verwerfung oder eine Faltung der Trias-, Lias- oder Doggerzeit nachweisbar gewesen. Die gegenteiligen Behauptungen LACHMANN<sup>1)</sup> sind unhaltbar (36, S. 12 ff.). Auch die neuerdings von WUNSTORF und FLIEGEL (42, S. 169) vermuteten triadischen »Schollenbewegungen« und »grabenartigen Einsenkungen«, die das Vordringen des Mittleren Buntsandsteins in die Niederrheinische Bucht eingeleitet

---

<sup>1)</sup> R. LACHMANN, Der Salzauftrieb. Zeitschrift Kali 1911.

haben sollen, sind nicht bewiesen und schon unwahrscheinlich deswegen, weil sie allen Erfahrungen in den übrigen Teilen des deutschen Bodens über die Zeitlichkeit der tektonischen Vorgänge widersprechen würden. Überhaupt ist für das WUNSTORF-FLIEGELSche »Hauptgesetz« der tektonischen Vergangenheit des Niederrheinischen Tieflandes (42, S. 172), daß nämlich die nachdyadischen Schollenverschiebungen vielleicht in keiner geologischen Periode ganz zur Ruhe gekommen sind, ein irgendwie ausreichendes Beweismaterial nicht beigebracht, denn unmöglich darf man allein aus dem Hinausgreifen des oberoligocänen Meeres über den Septarienton nach Süden, aus dem Rückzuge des Meeres am Ende der Oligocänzeit, aus der Fortsetzung dieses Vorganges im Unteriocän usw. usw. (l. c. S. 171), d. h. aus jeder positiven oder negativen Bewegung der Wasserhülle oder gar schon aus dem Fortgange einer solchen Bewegung, auf »Schollenverschiebungen« schließen. Meines Erachtens ergibt sich im Niederrheingebiete bei der erforderlichen scharfen Unterscheidung »epirogenetischer« und »orogenetischer« Vorgänge kein Beweis dafür, daß dort die Verhältnisse hinsichtlich der Zeitlichkeit der tektonischen Ereignisse, höchstens abgesehen von einem gleich zu besprechenden Ausnahmefalle, viel anders lägen, wie in Mitteldeutschland und Niedersachsen.

Einer besonderen Diskussion bedarf noch die Zeit zwischen Trias und Lias, denn in ihr hat in anderen Teilen Europas (Krim, Dobrudscha) die bei uns auf die jüngste Jurazeit und in geringen Nachwirkungen auf den Anfang der Kreidezeit begrenzte »kimmerische« Gebirgsbildung einen sehr erheblichen Vorläufer gehabt, der vielleicht auch im holländisch-westfälischen Grenzgebiete angedeutet ist. Unverkennbar ist, daß auch in Mitteldeutschland die Zeit zwischen Trias und Lias einen wichtigen Wendepunkt in der geologischen Vergangenheit insofern bedeutet, als gerade damals die Ausbildung einer von der Böhmisches zur Rheinischen Masse verlaufenden Landschwelle erhebliche Fortschritte machte, durch die im Fortgange der Jurazeit die Trennung eines nördlichen von einem südlichen Sedimentationsbecken (34) erreicht wurde (vgl. u. a. auch TH. BRANDES l. c.).

Bezirke, die durch lange Zeiten sinkende Teile einer Geosynklinale waren, können ihre Eigenschaft als sinkende Gebiete verlieren und sogar zu »Geantiklinalen« werden, wie an den medianen Schwellen mancher Geosynklinalen, die eine ursprünglich einheitliche Geosynklinale in deren zwei zerlegen, beobachtet worden ist. Vielleicht ist auch die im deutschen Boden an der Wende von Trias und Jura eintretende Zerteilung des ursprünglich einheitlichen Sedimentationsbeckens in deren zwei dem Entstehen einer Mittelschwelle in anderen Geosynklinalen vergleichbar. Jedenfalls ist bisher in keinem Falle zu erweisen, daß die Verdrängung des Liasmeeres aus Hessen usw. und die von TH. BRANDES (l. c.) nachgewiesenen Schwankungen des Südrandes des Liasmeeres in Südhannover usw. mit irgendwelchen typischen »orogenetischen« Er-



scheinungen, z. B. mit Verwerfungen oder Falten kleinerer Amplitude, zusammengehangen hätten. Die lokal entstehenden Schwellen sind im Sedimentationsbezirke des Lias so flach, daß niemals Schichten aus dem Liegenden des Lias zerstört werden konnten, während einer irgendwie beträchtlichen Heraushebung einzelner Teile des Untergrundes doch Denudationen solchen Umfanges gefolgt sein müßten, daß auch ältere Schichten zerstört wurden und eine nachfolgende positive Oszillation des Liasmeeres Schichten etwas höheren Alters, z. B. Keuper, überdeckt hätte.

Ist somit eine eigentliche Gebirgsbildung in Mitteldeutschland in der Zeit, in der die ältere kimmerische Gebirgsbildung Südeuropas erfolgte, auch nicht nachweisbar, so bleibt immerhin die Tatsache auffällig, daß gerade damals die epirogenetischen Vorgänge in Mitteldeutschland eine Zerteilung des ursprünglich einheitlichen Sedimentationsbeckens einleiteten; eine geringe Steigerung der tangentialen Spannung im Boden mag damals eingetreten sein, aber sie reichte nicht aus zu der Entstehung eigentlicher orogenetischer Gebilde. Im Gegensatz hierzu sind vielleicht im holländisch-westfälischen Grenzgebiete in der Transgression des Lias über älteren mesozoischen Schichten Andeutungen vorliassischer Aufwölbungen gegeben, auf die neuerdings VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT hinwies (40); weiter südlich wurde in der Bohrung Eschenhoff bei Xanten Lias über Buntsandstein festgestellt (40, S. 59). Sollten nun mit der Zeit im äußersten Nordwesten Deutschlands vorliassische tektonische Vorgänge von erheblicherer Bedeutung nachweisbar sein, so würde man, um Unklarheiten zu vermeiden, die Hauptphase der vorcretacischen Gebirgsbildung, die spätjurassische, als die »jungkimmerische«, die vorliassische aber als die »altkimmerische« Phase zu bezeichnen haben.

### 3. Beispiele kimmerischer Gebirgsbildungen.

Die Antwort auf die Frage, welche tektonische Ausgestaltung der Boden Deutschlands auf dem Wege zu dem heute sich darbietenden Bilde schon vor Ablagerung der Kreide erreicht hatte, entnehmen wir:

1. den Altersverhältnissen der unter der transgredierenden Kreide liegenden Schichten.

Es liegt auf der Hand, daß die kimmerische Faltung um so intensiver gewesen ist, je mächtigere Schichtenserien durch sie der Denudation zugeführt worden sind, und — das gilt wenigstens für die Bezirke des alten Sedimentationsbeckens — je älter damit die Gebilde sind, die wir heute unter der postkimmerischen Decke finden. Man darf dabei aber nicht übersehen, daß die Heraushebung des Untergrundes im allgemeinen ihr höchstes Ausmaß in den nur schmalen Zonen der Sattelkerne gehabt hat, und nur hier ein zuverlässiges Bild von der Stärke

der kimmerischen Faltung zu erhalten ist, und in diesem Sinne muß man sich hüten, aus der Unterlagerung der Kreide auf den Flügeln der Sättel durch relativ junge Schichten, z. B. durch Dogger oder Lias, auf ein geringes Ausmaß der Heraushebung des ganzen Sattels schließen zu wollen. Leider ist aber gerade in den Kernen der Sättel die postkimmerische Decke bei posthumer Erneuerung des Faltungsvorganges im besonderen Maße der Denudation zugänglich gemacht und infolgedessen beseitigt worden, so daß in solchen Fällen die Feststellung der wahren Intensität der vorcretacischen Faltung auf erhebliche Schwierigkeit stößt.

2. aus den Geröllen älterer Schichten, die in der postkimmerischen Schichtenserie, im allgemeinen an deren Basis, eingebettet liegen.

3. aus gewissen faciellen Verhältnissen innerhalb der postkimmerischen Schichten.

a) Nachweis kimmerischer Gebirgsbildungen im Liegenden von Serpulit und Unterer Kreide.

Randgebiet der Rheinischen Masse. Die Rheinische Masse ist ein altes, schon bald nach der variscischen Faltung erkennbares Hochgebiet, über das allerdings in späterer Zeit ausgedehntere oder kleinere Transgressionen mehrfach dahingegangen sind. Schon in der Zechsteinzeit ist der Ostrand der Rheinischen Masse in Hessen und ihr Nordrand in Rheinland und Westfalen in gewisser Übereinstimmung mit ihren heutigen Rändern erkennbar, und im oberen Teile des Mittleren Buntsandsteins glaubt O. GRUPE<sup>1)</sup> »eine küstennahe Facies am Ostrande einer alten Rheinischen Masse erkannt zu haben«. In der Jurazeit erscheint die Rheinische Masse als »Ardenneninsel« NEUMAYRS<sup>2)</sup>; BRANDES<sup>3)</sup> glaubt, Andeutungen derselben im Lias der Egge gefunden zu haben, und besonders deutlich spricht sich die Nähe des alten Hochgebietes in den neuerdings von BURRE (3), LOHMANN<sup>4)</sup>, SPULSKI<sup>5)</sup> und Verfasser<sup>6)</sup> geschilderten faciellen Verhältnissen des Weißen Jura am Osning und Wiehengebirge aus.

1) O. GRUPE, Zur Stratigraphie der Trias im Gebiete des oberen Wesertales. 4. Jahresber. d. Nieders. geol. Ver. S. 1 ff., spez. S. 33.

2) M. NEUMAYR, Die geographische Verbreitung der Juraformation. Zeitschrift K. Akad. Wien, 1885, p. 78 ff. — J. F. POMPECKJ, Die zoogeographischen Beziehungen zwischen den Jurameeren Nordwest- u. Süddeutschlands. 1. Jahresber. d. Niedersächs. geol. Ver. f. 1908, S. 10.

3) TH. BRANDES, Zur Frage der Ardenneninsel. 4. Jahresb. d. Nieders. geol. Ver. f. 1911, S. 147.

4) W. LOHMANN, Die geologischen Verhältnisse des Wiehengebirges zwischen Barkhausen a. d. Hunte und Engter. 1. Jahresb. d. Nieders. geol. Ver. f. 1908, S. 39. — Die Stratigraphie und Tektonik des Wiehengebirges. 3. Jahresb. d. Nieders. geol. Ver. f. 1910, S. 41.

5) B. SPULSKI, Geologie der Gegend von Borgloh und Holte. 2. Jahresb. d. Nieders. geol. Ver. f. 1909, S. 1 ff., spez. S. 27.

6) H. STILLE, Der geologische Bau der Ravensbergischen Lande. 3. Jahresb. d. Nieders. geol. Ver. f. 1910, S. 226 ff.

Die Rheinische Masse, ursprünglich eine in säkularen Bewegungen aufgewölbte Festlandsschwelle, ist heute weithin von Bruchlinien umsäumt und erscheint als »Horst« gegenüber ihrem östlichen und nördlichen Vorlande. Der östliche Abbruch erfolgt südlich und nördlich der Diemel in mehreren breiten Staffeln; erst östlich und nordöstlich der Staffeln setzt in den »gesunkenen« Bezirken die Faltung ein, und mehrere »Ketten« umgürten dort die Nordostecke des Hochgebietes (31, 32). Die westfälische Kreide überdeckt, ohne selbst gestört zu sein, entlang ihrem südöstlichen Rande den nördlichen Teil der Rheinischen Masse, deren östliche Randstaffeln und die südlichen Ketten des Egge-Osningbogens, und es wird erkennbar, daß die Randbrüche der Rheinischen Masse und die sie umgürtenden Faltenzüge vorcretacischen Alters sind (31).

Der Versuch von TH. LORENZ (13), die diskordant über gefalteten und verworfenen älteren Schichten liegende Kreide des Eggegebirges als Schubdecke zu deuten und damit die vorcretacische Gebirgsbildung auszuschalten, mißlang gänzlich (33, S. 270—272; 19, S. 380).

Die Abtragungsprodukte der alten Eggeketten wurden nach Norden verfrachtet und finden sich heute in Resten im Serpulitkonglomerate des Osning (28, 29), der in jüngerer Zeit als Randkette des Egge-Osning-Bogens den alten Eggeketten in deren bis dahin nicht oder kaum gefalteten Vorlande angegliedert wurde (31, 32).

An der Egge verschwinden die alten Eggeketten und die in ihnen aufsetzenden Verwerfungen (27, 29, 31) nach Westen unter der westfälischen Kreide, deren flache und fast ungestörte Lagerung an der südlichen und mittleren Egge anzeigt, daß wenigstens hier nennenswerte posthume Erneuerungen der Gebirgsbildung nach der kimmerischen Faltung nicht mehr eingetreten sind, sondern die heute erkennbaren bedeutsamen tektonischen Effekte in der Hauptsache schon durch die kimmerische Faltung erzielt worden waren (31).

Demgegenüber war weiter nördlich (Osning) im Vorlande der alten Ketten die präcretacische Heraushebung des Untergrundes nur eine unbedeutende, wie sich aus den nur geringen Denudationslücken im Liegenden der Kreide bzw. des Serpulits ergibt (32).

Die Fortsetzung der präcretacischen Eggeketten ist unter der Kreide Westfalens zu erwarten, und zwar südlich vom Osning und nördlich einer in der Fortsetzung des an der Egge nachweisbaren »Borlinghäuser Abbruches« (29, 31) liegenden Verwerfungszone, auf die aus Tiefbohrungen und Tagesaufschlüssen im südöstlichen Teile der westfälischen Kreidemulde und am Osning zu schließen ist (29). Von neuem erkennbar wird die vorcretacische Faltung am Westrande der westfälischen Kreidemulde im holländisch-westfälischen Grenzgebiete, wo BÄRTLING (2) die Lagerung der Kreide über präcretacisch aufgerichteten und gestörten Schichten der Trias und des Lias feststellte. VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT (40) weist auf die Fortsetzung der

Egge-Osning-Ketten durch Holland (Winterswijk usw.) zu den Cleveland-Hills in Südengland hin und vermutet in diesem Sinne entlang der »Cleveland-Teutoburgerwald-Linie« ein einheitliches System von Ketten, das in Westfalen und Holland dem Nordrande der Rheinischen Masse, in England dem Nordrande des Massivs von Norfolk und Yorkshire vorgelagert ist; er findet auch in Holland und England Andeutungen des am Egge-Osning-Bogen in Westfalen festgestellten Wanderns der Faltung (32) insofern, als die südlichen Ketten jeweils mesozoischen Alters, die nördlichen jünger sind.

Am Niederrhein rechnen auch WUNSTORF und FLIEGEL (42) mit einer jungjurassischen Gebirgsbildung, wenn auch die Bedeutung derselben wegen der Lückenhaftigkeit der Schichtfolgen und wegen des Fehlens Unterer Kreide nicht genauer bestimmbar ist<sup>1)</sup>.

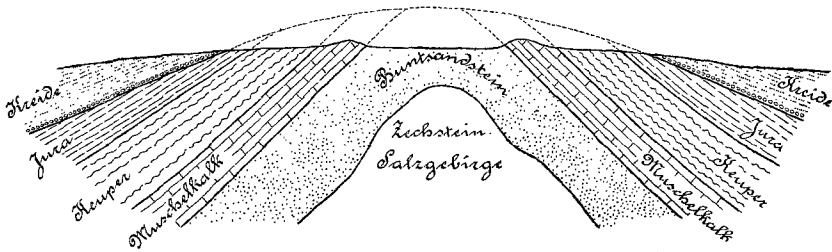
Hannoversches und subhercynisches Bergland. Auf präcretacische tektonische Vorgänge in der Gronauer Kreidemulde und der Hils mulde haben v. KOENEN (10) und O. GRUPE (7) hingewiesen, während E. SCHOLZ (20) jungjurassische Verwerfungen am Süntel bei Hameln erkannt zu haben glaubt. Sodann sind am Südostende des Deisters in der jüngeren Weißjurazeit Aufwölbungen älterer Weißjuraschichten (30) erfolgt.

Nordwestlich von Hannover transgrediert am Stemmer Berge die Wealdenformation über Braunem Jura, der hier den Kern eines hercynisch gerichteten, nach Südost einsinkenden, nach Nordwest sich heraushebenden Sattels bildet. Wiederholungen der Gebirgsbildung kommen am Stemmer Berge z. B. in der Aufrichtung der Wealdenschichten zum Ausdruck, immerhin stand schon im Kerne des kimmerischen Sattels dieselbe Formation (Brauner Jura), die auch nach den posthumen Erneuerungen der Faltung den Kern des Sattels noch bildet (40, S. 263).

Am Benther Sattel südwestlich von Hannover, am Wehmingen-Lehrter Sattel östlich von Hannover, am Asse-Sattel südlich von Braunschweig (10) u. a. a. O. tritt Kreide auf den Flügeln der Sättel in Überdeckung jurassischer Schichten verschiedenen Alters, gelegentlich auch von Keuper, auf, und erweisbar ist damit zunächst nur, daß auf den Flügeln der Sättel die Schichten bis zu bestimmten Horizonten des Dogger, Lias oder Keuper durch eine hier nicht sehr bedeutende vorcretacische Heraushebung der Denudation zugänglich gemacht worden sind. Sehen wir ab von allen speziellen Komplikationen, so erhalten wir das in umstehender Figur dargestellte Schema des Aufbaues der-

<sup>1)</sup> WUNSTORF und FLIEGEL (41, 42) wenden sich dagegen, daß ich (33, S. 280) das Gebiet der Niederrheinischen Bucht zur vorcretacischen »Rheinischen Masse« gezogen hätte, indem ich deren Nordrand in die Linie Wesel—Helmond (Holland) verlegte. Ich habe aber nachdrücklich die Möglichkeit offen gelassen, daß gerade die Niederrheinische Bucht in ihren Anfängen bereits vorcretacischen Alters, d. h. eben nicht ein Teil der vorcretacischen »Rheinischen Masse« war.

artiger Sättel. Gewiß beweist die Überdeckung jurassischer Schichten durch Kreide, wenigstens für diejenigen Stellen, wo diese Überdeckung beobachtet wurde, keine sonderlich beträchtliche vorcretacische Heraushebung des Untergrundes, aber auf den Flügeln dieser Sättel ist auch heute noch die Heraushebung des Untergrundes relativ gering.



Schematische Darstellung der vorcretacischen und jüngeren Faltung eines nordwestdeutschen Sattels vom Typus der Asse.

Wird die Unterkante der Kreide wieder horizontal gestellt und damit die jüngere Faltung ausgeglichen, so erhalten wir das Bild des vorcretacischen Sattels nach erfolgter Einebnung durch das Kreidemeer.

Auf den Flügeln des Sattels transgrediert die Kreide zwar über Juraschichten, aber im Satteldern, wo sie nach posthumer Aufwölbung beseitigt worden ist, hat sie weit ältere Schichten überdeckt. Das beweisen die Gerölle älterer Schichten in dem Basalkonglomerate der Kreide, die nur dem Bezirke eines Satteldernes entstammen können.

Indem wir nun (vgl. obenstehende Figur) die Kreide der Sattelflügel durch einen »Luftsattel« verbinden und bis zu diesem die Grenze der vorcretacischen Schichten verlängern, gewinnen wir ein Bild des Sattels aus der Zeit, ehe die Denudation den Satteldern eingeebnet hatte. Daß aber unsere Konstruktion im Prinzip zutreffend ist, d. h. daß der Zerstörung durch das Kreidemeer, das auf den Sattelflügeln zwar über relativ jungen Schichten transgredierte, im Satteldern weit ältere Schichten zugänglich waren, beweisen für die Asse die von HOEHNE (10) erwähnten Muschelkalkgerölle im Neocom des nördlichen Flügels der Asse. Die Muschelkalkformation lag also bei Ablagerung des Neocoms zutage und schon bis zur Heraushebung dieser war die Faltung gediehen, während zwar auf den Flügeln die Sedimentation der Kreide vorherrschend über Juraschichten erfolgte. Heute steht weithin Buntsandstein im Kerne des Assesattels, und daß mit der vorcretacischen Faltung schon Muschelkalk in das Niveau der benachbarten Juraschichten gelangt war, zeigt uns, daß der Hauptteil des heutigen Effektes der Assefaltung schon am Ende der Jurazeit erreicht war<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Eine gewisse Möglichkeit besteht schließlich, daß die erwähnten Muschelkalkgerölle nicht dem Kerne des Assesattels, sondern dem Kerne des weiter nördlich liegenden Elmsattels entstammen. Selbstverständlich würde das prinzipiell an der Bewertung der Gerölle für die Frage der Intensität der kimmerischen Faltung jener Bezirke nichts ändern, sondern es würde der für die Asse geführte Beweis für den benachbarten Elmsattel Gültigkeit haben.

Die Verhältnisse am Assesattel warnen nachdrücklich davor, aus der Unterlagerung der Kreide durch jurassische Schichten auf den Flügeln eines Sattels auf eine unbedeutende kimmerische Heraushebung des ganzen Sattels zu schließen.

Im Salzgitterschen Höhenzuge liegen weithin die Verhältnisse insofern ähnlich, wie an den erwähnten Sätteln, als Kreide auf den Flügeln verschiedene Schichten der Juraformation oder des Keupers überdeckt. Stellenweise erscheinen unter der Kreide aber auch ältere Schichten, und z. B. auf der Grube »Fortuna« wechselt das Liegende durch alle Schichten hindurch vom Buntsandstein bis zum Unteren Dogger<sup>1)</sup>; hier ist ohne weiteres das erhebliche Ausmaß kimmerischer tektonischer Vorgänge ersichtlich. Rollstücke von Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Lias und Dogger im Neocom (DENCKMANN, l. c. S. 28; SCHRÖDER, 23, S. 104) geben einen weiteren Beweis dafür, daß die verschiedensten mesozoischen Schichten schon bei Ablagerung des Neocoms der Denudation zugänglich geworden waren. Das alles sind wichtige Beweise dafür, daß auch am Salzgitterschen Höhenzuge der Hauptteil der Faltung vor Ablagerung der Kreide erzielt worden ist, und demgegenüber ist die weithin auf den Flügeln des Salzgitterer Sattels zu beobachtende Unterlagerung der Kreide durch jüngere Schichten, z. B. durch Lias, bedeutungslos. Mit großem Interesse ist dem demnächstigen Erscheinen des von H. SCHRÖDER aufgenommenen Blattes Salzgitter der geologischen Spezialkarte von Preußen entgegenzusehen, das gewiß sehr wertvolle Beiträge zur Frage der kimmerischen Gebirgsbildung bringen wird. Schon vor einigen Jahren hat H. SCHRÖDER im Harzvorlande auf vorcretacische tektonische Bewegungen hingewiesen, denen die Abrasion der Schichtenköpfe von Jura und Trias folgte (23, S. 161). H. SCHRÖDER schreibt zwar, daß »im Anschluß an die Aussüßung des Jurameeres und die Festlandsbildung des Wealdens« die tektonischen Bewegungen stattfanden. Aber am Harze fehlen Serpulit und Wealden, und deshalb ist dort der in Westfalen u. a. a. O. zu erbringende Nachweis, daß die vorcretacischen tektonischen Bewegungen nicht im Anschluß an die Ablagerung des Wealden, sondern schon vor dem Wealden eingetreten sind, nicht zu führen.

Am Westflügel des in die Innerstemulde (nordwestliches Harzvorland) vorspringenden Triassattels von Lutter a. Bbge. liegt nach A. BODE<sup>2)</sup> die Untere Kreide transgredierend über Wellenkalk. Die präcretacische Heraushebung war hier schon auf den Flügeln des Sattels so erheblich, daß durch sie die weiter östlich und westlich noch

<sup>1)</sup> DENCKMANN, Über die geognostischen Verhältnisse der Umgebung von Dörnten nördlich Goslar. Abh. z. geol. Spezialkarte v. Preußen, Bd. VIII, Heft 2, Berlin 1887.

<sup>2)</sup> BODE, Die Höhenzüge zwischen Lutter a. Bbge. und Lichtenberg in Braunschweig. Inaug.-Diss. Göttingen 1901, S. 21.

vorhandenen Keuper- und Juraschichten der Denudation zugeführt worden sind.

Am Quedlinburger Sattel hat STREMMER (38) aus der Unterlagerung des Neocoms durch Mittleren Keuper und Mittleren Lias auf eine vorneocene Gebirgsbildung geschlossen.

Entlang dem Nordrande der Weserkette und des Wiehengebirges liegen Weißer Jura, Wealden und Neocom lückenlos und konkordant übereinander, und hier kann natürlich von vorcretacischen Gebirgsbildungen nicht gesprochen werden; aber hier haben auch die jüngeren Phasen der saxonischen Faltung nur recht geringe Wirkungen gehabt.

Hannoversches Tiefland. Im Hannoverschen Tieflande ist zwar weithin Untere Kreide vorhanden, doch wissen wir über ihr Liegendes selten etwas, und wo in der Nähe der tektonischen Hebungslinie des Bodens ältere Schichten unter ihr erbohrt sind, ist die Möglichkeit gegeben, daß Verwerfungen zwischen der Kreide und den liegenden Schichten aufsetzen. Bei Helgoland (37, S. 264) ist auf eine vorcretacische Heraushebung und nachfolgende teilweise Zerstörung älterer Schichten aus der Unterlagerung der Unteren Kreide durch Keuper zu schließen. Dahingestellt muß wieder bleiben, welche Schichten in der heute von Buntsandstein gebildeten Kernzone des Helgoländer Aufbruches einst die Unterlage der Kreide gebildet und welches Ausmaß hier die vorcretacischen tektonischen Bewegungen gehabt haben.

#### b) Nachweis kimmerischer Gebirgsbildungen im Liegenden des Cenomans.

Zwar ist der Ablagerung des Cenomans eine kurze negative Meeresphase vorangegangen, bei der wenigstens stellenweise Sedimente des Gaults zerstört worden sind<sup>1)</sup>; aber nur geringmächtig sind nach allem Ermessen die beseitigten Schichtfolgen gewesen, und hätte ein orogenetischer Vorgang, wie immerhin möglich, sie der Denudation zugänglich gemacht, so kann er doch nur von sehr geringer Intensität gewesen sein. Jedenfalls ist man auf Grund aller heutigen Erfahrungen berechtigt, erheblichere Lagerungsstörungen mesozoischer Schichten im Liegenden des Cenomans auf die vorcretacische Gebirgsbildung zurückzuführen. In diesem Sinne verlegte auch PHILIPPI (19, S. 382) die Entstehung der »vorcenomanen« Störungen der mesozoischen Schich-

<sup>1)</sup> Eine Beseitigung von Gaultschichten am Anfange der Cenomanzeit ist z. B. bei Lüneburg eingetreten, wo abgerollte Exemplare des *Belemnites minimus* (ob. Albien) im Basalkonglomerate der Tourtia liegen (vgl. u. a. C. GAGEL, Jahrb. d. pr. geol. Landesanst. f. 1909, Bd. XXX, 1. Teil, S. 165 ff. Die Literatur über den vielumstrittenen Gault von Lüneburg ist zusammengestellt in 37, S. 231, Anmerkung), und ferner im westlichen Teile der westfälischen Kreidemulde, wie P. KRUSCH (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. f. 1909, Bd. 61, S. 255), teilweise gestützt auf Angaben BÄRTLINGS (2), hervorhebt. Auch der Transgression des Cenomans über älterem Albien und Neocomsandstein an der südlichen Egge (26, 29) dürfte eine geringe Denudation von Schichten der Unteren Kreide vorausgegangen sein.

ten des Ohmgebirges südlich vom Harze in die Zeit der kimmerischen Faltung, und für die »vorcenomanen«, in das System der Randbrüche der Rheinischen Masse gehörigen Störungen zwischen Egge und Diemel ist das jungjurassische Alter schon in Hinblick auf die Brüche des gleichen Systems, die etwas weiter nordöstlich unter der dort sich einstellenden Unteren Kreide verschwinden, anzunehmen.

Bei Lüneburg liegt das Cenoman über bunten Keuperletten, bei Heide im südlichen Holstein über roten Letten und Mergeln, die — anscheinend mit Recht — der Zechsteinformation zugerechnet werden<sup>1)</sup>, und in beiden Fällen haben die rotgefärbten Schichten ein gut Teil des Materials für die transgredierende Kreide geliefert. In bezug auf Lüneburg hat schon G. MÜLLER (17) gemeint, »daß eine Schichtenstörung vor Ablagerung der Oberen Kreide und nach der Sedimentierung des Gipskeupers erfolgt sein muß«, und es liegt nun nahe, diese, wie auch die »vorcenomanen« Aufwölbungen bei Heide, der kimmerischen Phase der saxonischen Gebirgsbildung zuzuweisen (37, S. 264—265). Besteht die Einreihung der roten Mergel von Heide in die Zechsteinformation zu Recht, so tritt uns hier sogar eine kimmerische Heraushebung des Untergrundes von ganz ungewöhnlicher Intensität entgegen, und was die Intensität der kimmerischen Gebirgsbildung am Lüneburger Zechstein-Trias-Pfeiler anlangt, so ist nur zu sagen, daß sie abseits vom Kerne des Aufpressungspfeilers zur Heraushebung des Keupers geführt hat, während sie im Zentrum desselben, wo heute Zechstein zutage tritt, infolge Fehlens der Kreide nicht mehr feststellbar ist.

In und an der Böhmisches Masse und in den Sudeten fehlt bekanntlich die Untere Kreide, und damit ist hier eine exakte Bestimmung des vorcretacischen Alters von Falten und Verwerfungen nicht möglich, vielmehr kann man auch hier zunächst nur von vorcenomanen tektonischen Vorgängen sprechen. Solche sind in neuerer Zeit von POMPECKJ (20) und HERMANN (9) in Bestätigung älterer Angaben GÜMBELS<sup>2)</sup> südwestlich der Böhmisches Masse, von FLEGEL (4), FRECH (5) und SCUPIN (25) in den Sudeten, von PETRASCHECK (18) in Nordböhmen beobachtet worden, und dabei sprechen FRECH, HERMANN, PETRASCHECK und SCUPIN unter Hinweis auf die Erfahrungen in Nordwestdeutschland die »vorcenomanen« Dislokationen mit größerer oder geringerer Reserve als »vorcretacische« an.

Eine nach Süden fortschreitende Senkung des preußischen Anteiles am Baltisch-russischen Schilde ist nach TORNQUIST (39) nach Ablagerung des Kimmeridge und vor Ablagerung des Cenomans eingetreten, »dürfte also mit der kimmerischen Phase der saxonischen Faltung gleichaltrig sein«.

<sup>1)</sup> C. GAGEL, Über das Vorkommen von Schichten mit *Inoceramus labiatus* und *Belemnites ultimus*, sowie des ältesten Tertiärs im Dithmarschen. Zentralbl. f. Mineralogie usw. 1906, S. 276.

<sup>2)</sup> Frankenjura 1891, S. 426.



#### 4. Bedeutung der kimmerischen Gebirgsbildung für die Tektonik der deutschen Mittelgebirge.

##### a) Die kimmerische Gebirgsbildung als Hauptphase der saxonischen Faltung.

Wir suchen uns das Bild zu rekonstruieren, das der deutsche Boden vor seiner Bedeckung durch die postkimmerische Serie bot, und so weit wir diesen Dingen unmittelbar nachkommen können, ist zu sagen:

Wo heute größere Hebungsgebiete durch das Zutagetreten älterer Schichten angezeigt werden, waren sie als solche schon vor Ablagerung der Kreide vorhanden, wenn auch das Ausmaß der Hebung noch nicht das heutige gewesen ist. Die »Ketten« entlang den Achsen waren da, die heutigen Senken bestanden als solche. Bald rheinische, bald hercynische Richtung, bald Mittelrichtung zwischen der rheinischen und hercynischen nahmen schon damals die Sättel und Mulden, und auch in vielen Einzelheiten, wie z. B. der Verflachung einzelner Sättel in ihrem Fortstreichen, war schon die Übereinstimmung zwischen dem heutigen Bilde und der kimmerischen Anlage des Bildes gegeben. Aber es bestand nicht allein der Grundplan des ganzen Bewegungsbildes der nachfolgenden Zeiten, sondern weithin waren die tektonischen Effekte schon sehr erhebliche. In einzelnen Fällen waren die heutigen Effekte fast erreicht, wie sich z. B. am südlichen Teutoburger Walde zeigt; in anderen Fällen war der vorcretacische Effekt jedenfalls schon so bedeutend, daß die Effekte der späteren Faltungen hinter ihm zurückgeblieben sind, wie wir an der Asse, am Salzgitterer Sattel, am Westflügel des Sattels von Lutter a. Bge. feststellen konnten. In solchen Fällen, wo Kreide nur auf den Flanken der Sättel über relativ jungen Schichten auftritt, und Gerölle der Kernschichten des Sattels in ihr nicht gefunden sind, muß die Frage nach dem Ausmaße der kimmerischen tektonischen Bewegungen zwar in der Schwebe bleiben, doch warnen gerade die Verhältnisse an der Asse und am Salzgitterer Höhenzuge davor, die kimmerische Faltung zu gering zu bewerten. Nur ein mal ist der Fall mit Sicherheit erkennbar, daß starke postkimmerische Faltung dort eingetreten ist, wo keine oder nur eine geringe kimmerische Faltung vorlag, und dieser Fall betrifft den Osningsattel. Doch auch der Osningsattel ist ein zu alten Ketten posthumes Gebilde, nur hat sich hier die Erneuerung der Faltung in einer ganz besonderen Form, nämlich im »Wandern« der Faltung (32), gezeigt. Man muß den Egge-Osning-Bogen als Ganzes betrachten, und dann wird ersichtlich, daß die posthume Angliederung der jungen Randkette des Osnig im Vergleich zu der Entstehung der südlicheren kimmerischen Ketten ein in seiner Bedeutung zurücktretendes Ereignis ist, mag es im heutigen Bilde Westfalens infolge der weitgehenden Verhüllung der alten Ketten unter der cretacischen Transgression auch in weit höherem Maße, als die alte Faltung, zum Ausdruck kommen.

Überall da, wo sichere Grundlagen für die Entscheidung gegeben sind, erweist sich die kimmerische Gebirgsbildung als die Hauptphase der saxonischen Faltung der deutschen Mittelgebirge, und ist auch in manchen Fällen der Beweis dessen nicht zu führen, so ist ebensowenig der Gegenbeweis vorhanden. Man darf sich den kritischen Blick dadurch nicht trüben lassen, daß jüngere Faltungen in kimmerisch angelegten Sätteln die Kreide der Flügel unter Umständen steil aufgerichtet haben. Gewiß sind auch das erhebliche Wirkungen der gebirgsbildenden Kräfte, und dazu sind sie so augenfällig, daß sie das Urteil leicht befangen machen; aber schließlich ist die nachträgliche steile Aufrichtung dieser cretacischen Schichten doch nicht vergleichbar dem tektonischen Vorgange, der ältere triadische oder gar dyadische Schichten am Eggegebirge, am Salzgitterschen Höhenzuge oder an der Asse unter der mächtigen Überdeckung jüngerer Schichten hervor um tausend Meter und mehr aufwärts bewegte.

#### b) Kimmerische und intracretacische Faltung.

In starke Konkurrenz mit der kimmerischen Faltung hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Tektonik Mittel- und Nordwestdeutschlands tritt die intracretacische Faltung, die sich im wesentlichen nach Ablagerung des Turons und vor dem Oberen Emscher ereignete.

Nach bisherigem Stande unseres Wissens ist damals zum ersten Male entlang den »Salzlinien« hier und da das Salzgebirge der Zechsteinformation unter tektonischem Drucke bis zur Tagesoberfläche aufgestiegen, wie an der unteren Oker, an der unteren Aller, bei Bremen usw. (genauere Literaturangaben in 37) nachweisbar ist. Sehr leicht kann aber unser bisheriges Wissen bei einer recht sorgfältigen Verfolgung der Deckgebirgsschichten des Salzes in neuen Schächten und Bohrungen eine Erweiterung in dem Sinne erfahren, daß lokal ein Salzpfiler oder Salzstreifen auch einmal unter einer transgredierenden Decke von Unterer Kreide festgestellt wird. Und selbst wenn das nicht eintreten sollte, so bleibt doch zu bedenken, daß die Überlagerung des Salzkernes eines norddeutschen Sattels durch Obere Kreide noch lange nicht beweist, daß in ihm nicht auch schon Untere Kreide über Salz transgredierte, denn in letzterem Falle wäre die Wiederbeseitigung der Unteren Kreide nach abermaliger (posthumer) Hochbewegung des Salzkernes, d. h. vor oder mit der senonen Transgression, der von vornherein wahrscheinlichste Gang der Dinge gewesen. Namentlich bleibt aber zu bedenken, daß ein unter der senonen Transgression festgestellter Faltungsbetrag keineswegs ausschließlich in der vor-senonen Faltungsphase erzielt zu sein braucht, sondern sehr wohl zum Teil oder gar in der Hauptsache älteren Datums sein kann.

Ähnlich verhält sich die Sache vielleicht mit der Heraushebung des Harzes. Während bis zum Turon einschließlich die Sedimente

des Harzvorlandes frei von Geröllen paläozoischer Gesteine sind oder solche Gerölle nur ganz vereinzelt und in derartig kleinen Stücken führen, daß sie auch von anderen Orten, z. B. der Rheinischen Masse (32, S. 43), zugeführt sein könnten, erscheinen in den Konglomeraten des Unterensons, teilweise auch schon des Emschers, typische und zum Teil nur wenig abgerollte Gesteine des Harzes, wodurch bewiesen wird, daß bei Entstehung dieser Konglomerate das paläozoische Gebirge des Harzes der Denudation zugänglich war (23, 24 und ältere Arbeiten von JASCHKE und G. BRANDES). Aber auch dieser sehr bemerkenswerte Abschnitt in der Geschichte des Harzes ist erzielt in der Steigerung älterer Vorgänge, und es muß dahingestellt bleiben, wieviel von der gesamten Hochbewegung des Palaeozoicums von diesen, wieviel durch die intracretacische Faltung bewirkt ist. Dabei ist keineswegs nur an etwaige »orogenetische« Vorgänge der jüngsten Jurazeit, sondern auch an »epirogenetische« Ausgestaltungen des Untergrundes zu denken, denn es ist nicht zu bezweifeln, daß der Harz ein »Rahmen« gegenüber dem subhercynischen Becken nicht erst mit den Faltungsvorgängen geworden ist, sondern daß schon vorher — wenn auch noch nicht zur Triaszeit — eine Schwelle des Bodens etwa da vorhanden war, wo heute der Harz sich findet.

Der großen Bedeutung der intracretacischen Faltung für die Entstehung der den nördlichen Harzrand begleitenden Aufrichtungszone kann sich niemand verschließen, der die bedeutsamen Arbeiten H. SCHRÖDERS (23, 24) liest. Die Entstehung dieser Aufrichtungszone, d. h. die steile Umbiegung der Schichten am Nordflügel des großen Gewölbes, dessen Kern vom Harz gebildet wird, ist nun die Begleiterscheinung eines größeren tektonischen Vorganges, nämlich der Vertikalverschiebung zwischen »sinkendem« Flügel und »gehobenem« Gewölbekern und der dadurch veranlaßten Überschiebung des gesunkenen Flügels, und dieses Verschiebungsverhältnis, nicht eine Begleiterscheinung desselben, müßte den Maßstab geben, wollte man die Bedeutung der vor- und intracretacischen Faltung gegeneinander abwägen. Einen Anhalt dafür, welchen Grad die Heraushebung des Untergrundes entlang der heutigen Aufrichtungszone schon vor Ablagerung des Neocoms erreicht hatte, d. h. welchen Alters die Schichten waren, über welche die postkimmerische Transgression dahinging, fehlt uns, denn Untere Kreide ist nur lokal, nämlich nur westlich von Harzburg und hier nur auf dem äußeren Flügel der Aufrichtungszone, vorhanden; es beweist aber die Unterlagerung des Neocoms durch Kimmeridge am Nordhange des Langenberges bei Oker eben so wenig, wie etwa die Unterlagerung des Neocoms auf den Flügeln des Assesattels durch jurassische Schichten, daß nicht etwas näher dem Sattelkerne sehr viel ältere Schichten des Mesozoicums das Liegende des Neocoms infolge kimmerischer Heraushebung gebildet haben könnten.

H. SCHRÖDER (24, S. 36 ff und Taf. 8) führt uns in Wort und Bild

das schöne Profil vom Teufelsbache bei Kloster Michaelstein vor, in welchem der Emscher den aufgerichteten Muschelkalk überlagert. Wer aber könnte behaupten, daß dort nicht auch schon die heute zwar fehlende ältere Kreide Schichten der Trias von einem gewissen und vielleicht nicht unerheblichen Aufrichtungsgrade überdeckt hätte!

Es mag gesucht erscheinen, die ohne allen Zweifel erhebliche Bedeutung der intracretacischen Faltung entlang dem Nordrande des Harzes zugunsten der kimmerischen Faltung verkleinern zu wollen, wo für die Beurteilung der kimmerischen Faltung hier kaum ein Anhalt vorhanden ist; aber gerade weil letzteres der Fall ist, möchte man nicht der intracretacischen Faltung die überwiegende Bedeutung für die Heraushebung des Harzes zusprechen und damit eine Abweichung von den sonstigen Erfahrungen annehmen, solange nicht die Beweise dafür absolut einwandfrei sind. Dazu zeigt sich die kimmerische Gebirgsbildung als die Hauptphase der saxonischen Faltung gerade in benachbarten tektonischen Gebilden (Salzgitterer Höhenzug, Asse), deren Entstehung von der Heraushebung der älteren mesozoischen Schichten entlang dem nördlichen Harzrande schwer zu trennen ist; bilden doch die Ausläufer der »Aufrichtungszone« westlich von Goslar und der südwestliche Flügel des Salzgitterer Sattels auf kurze Erstreckung geradezu Flügel und Gegenflügel derselben Mulde. Unter Hinweis auf die Untersuchungen H. SCHRÖDERS hat zwar E. HOEHNE (10) auch an der Asse die intracretacische Faltung als »Haupt«faltung, die präneocombe als »Vor«faltung bezeichnet; aber keineswegs kann zugegeben werden, daß eine Faltung, die Muschelkalk bis zutage und über das Niveau der benachbarten jurassischen Schichten hinaushebt, eine »Vor«faltung gegenüber einer »Haupt«faltung ist, die den Faltungseffekt der »Vor«faltung nur bis zur Heraushebung des Buntsandsteins steigert (37, S. 262 Anm.).

### c) Gebirgsbildungen im Liegenden tertiärer Schichten.

Das genauere Alter derjenigen Dislokationen, die in triadischen Schichten im Liegenden von Tertiärbildungen außerhalb des Verbreitungsgebietes der Kreide aufsetzen, ist natürlich nicht bestimmbar, aber auf Grund der in Nordwestdeutschland in den letzten Jahren gemachten Erfahrungen muß man sich hüten, z. B. eine »voroligocäne« Gebirgsbildung ohne weiteres mit einer alttertiären identifizieren zu wollen, da sie auch intracretacisch oder vorcretacisch oder das Ergebnis aller drei tektonischen Phasen sein kann. Die Bruchsysteme Niederhessens, für die in Niederhessen selbst zwar nur ein »voroligocänes« Alter feststellbar ist, stehen im Zusammenhange mit den Dislokationssystemen, die wir an der Egge unter der Kreide verschwinden sehen, und wenn der sichere Beweis für das vorcretacische Alter der großen Bruchzone auch nur an der Egge zu führen ist und schließlich auch, wie andere Fälle lehren, anscheinend einheitliche Bruchsysteme

in ihren verschiedenen und miteinander vergitterten Teilen wechseln den Alters sein können, so spricht doch eine große Wahrscheinlichkeit dafür, daß das niederhessisch-westfälische Bruchsystem nicht nur an der Egge, sondern auch weiter südlich und südöstlich zu einem sehr erheblichen Teile schon vor Ablagerung der Kreide entstanden war. In diesem Sinne hält es auch O. GRUPE für naheliegend, dem Naumburger und Kasseler Graben und überhaupt dem Dislokationssysteme der Niederhessischen Senke ein jungjurassisches Alter zuzuschreiben (7, S. 276).

Der Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges ist von Brüchen begleitet, die Tertiär verwerfen, und wollte man z. B. westlich der Hessischen Senke die Entscheidung treffen, so würde man das Rheinische Schiefergebirge, wie noch vor nicht allzu langer Zeit allgemein üblich war, als jungtertiären »Horst« bezeichnen. Aber in Westfalen sehen wir, daß sich die Kreide über das Schiefergebirge nebst dessen Randstaffeln und Randbrüchen und über das »gesunkene« Vorland flach hinweglegt, und damit charakterisiert sich das Rheinische Schiefergebirge als ein »Horst« vorcretacischen Alters, entlang dessen Ostrande allerdings in jüngerer Zeit nochmals Verwerfungen aufgerissen sind.

Die Möglichkeit oder gar Wahrscheinlichkeit, daß im Liegenden des Tertiärs nachgewiesene Brüche bereits vorcretacischen Alters sind, wurde in Anwendung auf spezielle Fälle von MESTWERDT (14), MORDZIOL (16), KRAISS (12), ROBERT (21) und ganz besonders von PHILIPPI (19) und GRUPE (7) erörtert.

Der Beweis, daß die kimmerische Gebirgsbildung die Hauptphase in der saxonischen Faltung der deutschen Mittelgebirge ist, kann natürlich nur dort geführt werden und wohl heute schon als geführt gelten, wo vorsenone Kreideschichten vorhanden sind. In allen übrigen Bezirken ist aber wenigstens der Gegenbeweis dessen nicht zu erbringen, und die Zeiten sollten vorbei sein, daß von vornherein von vorherrschender oder gar ausschließlicher Gebirgsbildung der Tertiärzeit als von einer Selbstverständlichkeit gesprochen wird, wenn überhaupt die Möglichkeit fehlt, über etwaige vor- oder intracretacische Gebirgsbildungen ein Urteil zu gewinnen.

Die im mitteldeutschen Gebirgslande gewonnene Erfahrung, daß die kimmerische Gebirgsbildung die Hauptphase der saxonischen Faltung ist, gilt nicht mehr für das nordwestdeutsche Tiefland, z. B. für den Untergrund Nordhannovers, vielmehr hat hier die jungtertiäre Gebirgsbildung solche Bedeutung gehabt, daß sich ihre Wirkungen denjenigen älterer tektonischer Phasen, speziell auch der kimmerischen, soweit sich die Verhältnisse bisher übersehen lassen, sehr wohl an die Seite stellen können. Der Gegensatz in der Bedeutung der jungtertiären Gebirgsbildung für die Mittelgebirge und für Nordhannover erklärt sich auf Grund der allgemeineren Erfahrung, daß die Stärke der Gebirgsbildung in gewisser Beziehung zur Mächtigkeit des vorher abgesetzten Sediments steht: In weit höherem Maße als die südlichen Be-

zirke war nämlich Nordhannover nach der Jura- und Kreidezeit im Zustande des Sinkens verblieben und mit entsprechend mächtigen Sedimenten überdeckt worden, und während in den nachfolgenden tektonischen Phasen die Gesteine des Südens nur noch relativ wenig gefaltet und verworfen wurde, ereigneten sich im Norden gewaltige Schichtenverschiebungen (37, S. 282, 283).

## Die Entstehung der Schwarzwälder Gneise.

Von O. H. Erdmannsdörffer.

1. H. CREDNER, Die Genesis des sächsischen Granulitgebirges. Zentralblatt f. Min. 1907, 513—525.
2. O. H. ERDMANNSDÖRFFER, Geologische und petrographische Untersuchungen im Wehratal. Mitt. Großh. Bad. geol. L. A. IV. 2. 1901, 147—195.
3. GAEBERT, Die Gneise des Erzgebirges und ihre Kontaktwirkung. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 59. 1907, 308—376.
4. J. KÖNIGSBERGER, Über Gneisbildung und Aufschmelzungszonen der Erdkruste in Europa. Geol. Rundschau, III. 297—309.
5. — Über Mineralfundorte in den Alpen und über Gesteinsmetamorphismus. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 64. 1912, 501—529.
6. — Die kristallinen Schiefer der zentralschweizerischen Massive und Versuch einer Einteilung der kristallinen Schiefer. Compt. rend. XI. Congr. géol. internat. Stockholm 1910. II. 639—671.
7. R. LEPSIUS, Geologie von Deutschland. II. Teil. Liefg. I.
8. P. NIGGLI, Das kristalline Grundgebirge bei Laufenberg. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. geol. Ver. N. F. 2. 1912, 35—38.
9. H. PHILIPP, Vorläufige Mitteilungen über Resorptions- und Injektionserscheinungen im südlichen Schwarzwald. Zentralblatt f. Min. 1907, 76—80.
10. — Studien aus dem Gebiete der Granite und umgewandelten Gabbro des mittleren Wiesentales. Mitt. d. Großh. Bad. geol. L. A. VI. 1. 1910, 327—409.
11. A. SAUER, Über das Vorkommen von Parallelstruktur an Massivgraniten des Schwarzwaldes. Sitzgsber. d. Oberrhein. geol. Ver. 1894.
12. — (und BRÄUHÄUSER), Überblick über das obere, besonders das württembergische Kinziggebiet. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. geol. Ver. N. F. 1. 1911, 5—40.
13. — Geologische Beobachtungen im Aarmassiv. Sitzgsber. K. Akad. d. W. Berlin 34. 1900, 729—741.
14. — Das alte Grundgebirge Deutschlands. Compt. rend. 9. Sess. Congr. géol. internat. Wien 1903. II. 587—602.
15. K. SCHNARRENBERGER, Tektonik des Elztales. Berichte d. Oberrhein. geol. Ver. 41. 1908, 56—61.
16. H. SCHWENKEL, Die Eruptivgneise des Schwarzwaldes und ihr Verhältnis zum Granit. Tscherm. min. u. petr. Mitt. 1912, 1—174.
17. O. WILCKENS, Das kristalline Grundgebirge des Schwarzwaldes. »Der Steinbruch«. III. 1908.
18. — Über die Schwierigkeiten, die sich der Konstruktion von Deckfalten in den Profilen des Schwarzwälder Gneisgebirges entgegenstellen. Ber. üb. d. Vers. d. Niederrhein. geol. Ver. 1908. Anhang zu den Verhandl. d. Naturhist. Ver. d. preuß. Rheinl. u. Westf. 1908. Abt. D. S. 13—15.